

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-144861

(43)公開日 平成9年(1997)6月3日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 6 H 61/02

F 1 6 H 61/02

9/00

9/00

A

// F 1 6 H 59:38

59:44

59:68

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平7-321245

(22)出願日

平成7年(1995)11月16日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 安達 和孝

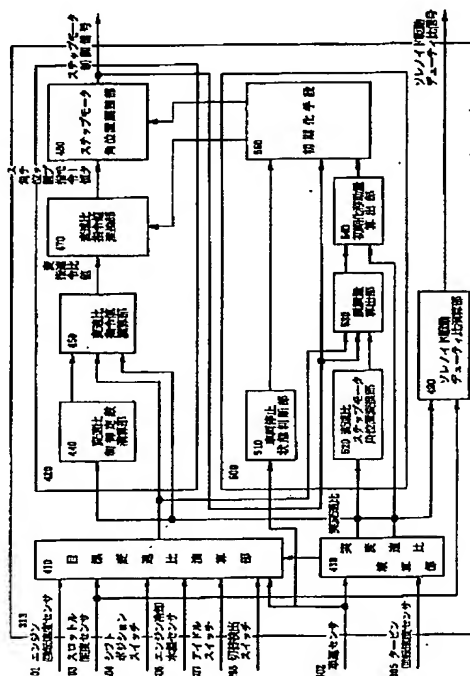
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(54)【発明の名称】 無段変速機用変速比制御装置の初期化装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 停車から発進が非常に短時間で行われた場合であっても、燃費を大幅に改善することができ、しかも乗りごちが非常に良好になる無段変速機用変速比制御装置の初期化装置を提供する。

【解決手段】 車速信号から車両の停止状態を判断する車両停止状態判断部と、変速比信号を入力しブリー間隔移動指令値演算部の定常的非線形性を補正する方法により実ブリー間隔移動量を算出する実ブリー間隔移動量演算部と、該実ブリー間隔移動量とブリー間隔移動量指令値との偏差を求めることにより脱調量を算出する脱調量算出部と、上記実ブリー間隔移動量と脱調量に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、変速可変機構部の初期化を行う変速可変機構部初期化手段と、該変速可変機構部初期化手段が初期化終了したとき上記指令値を初期化するブリー間隔移動指令値初期化手段と、からなる初期化装置を付設した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジン側の主軸回転を伝達するプライマリ回転体と、該プライマリ回転体に機械的に接続され車輪側の副軸回転を伝達するセカンダリ回転体と、両回転体の減速比を連続的に可変できる変速比可変機構を有する無段変速機と、該プライマリ回転体の回転速度を検出するプライマリ回転速度検出手段と、該セカンダリ回転体の回転速度を検出するセカンダリ回転速度検出手段と、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、エンジンの回転速度を検出するエンジン回転速度検出手段と、該変速比可変機構を制御する変速比制御装置と、を有する無段変速機の変速比制御装置を、プライマリ回転速度信号とセカンダリ回転速度信号から変速比を演算する変速比演算部と、車速信号とエンジン回転速度信号及び変速比信号から目標変速比を演算する目標変速比演算部と、変速比信号から変速比点毎に変化する無段変速機の動特性に関する定数を推定し該推定定数を用いて目標とする動特性を得るための変速比制御定数を算出する変速比制御定数演算部と、目標変速比信号と変速比信号及び変速比制御定数から変速比指令値を演算する変速比指令値演算部と、変速比指令値を入力しブリー間隔移動量と変速比の定常的非線形性を補正してブリー間隔移動指令値を算出するブリー間隔移動指令値演算部と、このブリー間隔移動指令値に従い上記変速比可変機構の変速に関する部位を制御する変速比可変機構制御部と、を有して構成し、該変速比制御装置には、上記車速信号から車両の停止状態を判断する車両停止状態判断部と、変速比信号を入力し上記ブリー間隔移動指令値演算部の定常的非線形性を補正する方法により実ブリー間隔移動量を算出する実ブリー間隔移動量演算部と、該実ブリー間隔移動量とブリー間隔移動量指令値との偏差を求めることにより指令値と実移動量の脱調量を算出する脱調量算出部と、上記実ブリー間隔移動量と脱調量に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、変速可変機構部の初期化を行う変速可変機構部初期化手段と、該変速可変機構部初期化手段が初期化終了したとき上記ブリー間隔移動指令値を指令値を初期化するブリー間隔移動指令値初期化手段と、からなる初期化装置を付設し、該初期化装置の変速可変機構部初期化手段は、上記車両停止状態判断部の信号が停止状態を示しているときに上記ブリー間隔移動指令値と上記初期化移動量に従い変速可変機構部を一方方向のハードウェア限界位置まで作動させた後、他方向の基準位置まで戻して変速可変機構部の初期化を行うように構成されていることを特徴とする無段変速機用変速比制御装置の初期化装置。

【請求項2】 請求項1に記載の無段変速機変速比制御装置の初期化手段において、前記ブリー間隔移動指令値に従い前記変速比可変機構部を制御するときに、該ブリー間隔移動指令値と制御信号に時間的遅れがある場合、ブリー間隔移動指令値に代えて変速比可変機構部制御信

号を用いて脱調量を算出することを特徴とする無段変速機用変速比制御装置の初期化装置。

【請求項3】 エンジン側の主軸回転を伝達するプライマリ回転体と、該プライマリ回転体に機械的に接続され車輪側の副軸回転を伝達するセカンダリ回転体と、両回転体の減速比を連続的に可変できる変速比可変機構を有する無段変速機と、該プライマリ回転体の回転速度を検出するプライマリ回転速度検出手段と、該セカンダリ回転体の回転速度を検出するセカンダリ回転速度検出手段と、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、エンジンの回転速度を検出するエンジン回転速度検出手段と、該変速比可変機構を制御する変速比制御装置と、を有する無段変速機の変速比制御装置を、プライマリ回転速度信号とセカンダリ回転速度信号から変速比を演算する変速比演算部と、車速信号とエンジン回転速度信号及び変速比信号から目標変速比を演算する目標変速比演算部と、変速比信号から変速比点毎に変化する無段変速機の動特性に関する定数を推定する無段変速機動特性推定部と、無段変速機動特性の変化を用いて所望の動特性を得るための変速比制御定数を算出する変速比制御定数演算部と、目標変速比信号と該変速比信号及び変速比制御定数から動特性補償出力を演算する動特性補償出力演算部と、無段変速機動特性定数に基づき外乱補償出力演算部とのローパスフィルタのカットオフ周波数を算出する外乱補償ローパスフィルタカットオフ周波数演算部と、外乱補償ローパスフィルタカットオフ周波数信号に基づきカットオフ周波数が設定されるローパスフィルタに変速比指令値を入力し第1の外乱補償出力を演算する第1の外乱補償出力演算部と、上記第1の外乱補償出力演算部のローパスフィルタと同様の特性を持つローパスフィルタに無段変速機動特性定数推定値を用いたローパスフィルタの逆系を掛け合せたフィルタを構成して変速比信号を入力することで第2の外乱補償出力を演算する第2の外乱補償出力演算部と、該第2の外乱補償出力から上記第1の外乱補償出力を差し引いて外乱補償出力を演算する外乱補償出力演算部と、動特性補償出力値から外乱補償出力を差し引いて変速比指令値を演算する変速比指令値演算部と、変速比指令値を入力しブリー間隔移動量と変速比の定常的非線形性を補正してブリー間隔移動指令値を算出するブリー間隔移動指令値演算部と、該ブリー間隔移動指令値に従い上記変速比可変機構の変速に関する部位を制御する変速比可変機構制御部と、から構成すると共に、該変速比制御装置に、車速信号から車両の略停止を判断する車両停止状態判断部と、動特性補償出力を入力し上記ブリー間隔移動指令値演算部の定常的非線形性を補正する方法により動特性補償出力によるブリー間隔移動量を算出する動特性補償出力ブリー間隔移動量演算部と、上記ブリー間隔移動指令値と動特性補償出力ブリー間隔移動量との偏差を求めることにより脱調量を算出する脱調量算出部と、実ブリー間隔移動量と脱調量

に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、上記車両停止状態判断部の信号が停止状態を示しているときに上記プーリ間隔移動指令値と初期化移動量に従い変速可変機構部を一方方向のハードウェア限界位置まで作動させた後他方向の基準位置まで戻し該変速可変機構部の初期化を行う変速比可変機構部初期化手段と、該変速可変機構部初期化手段が初期化を終了したときに上記プーリ間隔移動指令値を初期化するプーリ間隔移動指令値初期化手段と、を具備する初期化装置を付設したことを特徴とする無段変速機用変速比制御装置の初期化装置。

【請求項4】 前記初期化装置は、目標変速比信号と変速比信号と脱調量信号を入力し上記目標変速比信号と変速比信号の偏差が所定値以内で、かつ、一定期間継続したとき脱調量を更新する脱調量更新手段と、実プーリ間隔移動量と更新脱調量に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、を具備していることを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3のいずれ*

$$r_o = \frac{2r_i - \pi D_c + \sqrt{\{(2r_i - \pi D_c)^2 - 4(r_i^2 + \pi D_c r_i + D_c(2D_c - L_s))\}}}{2}$$

r_i : 駆動側プーリの半径

r_o : 従動側プーリの半径

D_c : 駆動側プーリと従動側プーリとの距離

L_s : ベルトの長さ

【数3】

$$i_p = r_o / r_i$$

r_i : 駆動側プーリの半径

r_o : 従動側プーリの半径

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無段変速機の変速制御装置において、変速制御弁を変速比指令値に対応した位置にストロークさせるモータの回転位置と、モータ指令値との不一致を解消するためのモータ指令値の初期化を行う装置に関する。

【0002】

【従来技術とその課題】従来の車両用無段変速機の変速制御装置には、例えば、車両の停車を検出する車両検出手段からの停車信号に基づき、無段変速機の最LOW側のハードウェア限界位置まで作動させた後、他方向の基準位置まで戻してモータを初期化することで、モータの回転位置とモータ指令値の不一致（以下、脱調量という。）を走行中、定期的に補正する初期化装置を備えた

* かに記載の無段変速機用変速比制御装置の初期化装置。

【請求項5】 変速比を両プーリ間隔移動量に変換する手段は、数1と数2及び数3を用いることを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3のいずれかに記載の無段変速機変速比制御装置の初期化装置。

【数1】

$$r_i = \frac{D_s}{2 \tan(\beta)} + r_{io}$$

r_i : 駆動側プーリの半径

r_{io} : 駆動側プーリの最小半径

D_s : プーリ間隔の移動量

β : 駆動側プーリのシープ角

【数2】

30 もの（特願平6-325644号）が既に提案されている。

【0003】しかしながら、この従来の無段変速機用変速比制御装置の初期化装置にあっては、モータ回転とモータ指令値の不一致量に基づき初期化動作を行うよう構成せずに、最LOW側と最HIGH側のハードウェア限界位置間のモータ回転角相当の量を最LOW側に動作させることで、最LOW側ハードウェア限界位置に確実に変速制御弁を移動させた後、反対方向の基準位置に戻すように構成されているので、初期化に要する時間が長くなる、という課題を有していた。

【0004】このため、停車から発進という動作が非常に短い時間で行われた場合、初期化動作が終了する前に、上記目標変速比が最LOWから最HIGHよりの目標指令値となり、この目標変速比を変速機構部は達成できないため、燃費の悪化を招くと共に、運転者に対し違和感を与える、という性能上の不具合を有していた。

【0005】この発明は、かかる現状に鑑み創案されたものであって、その目的とするところは、実変速比から変速比-モータ角位置マップにより実モータ角位置を推定し、モータ制御信号と実モータ推定角位置の偏差から

モータの脱調量を求めると共に、変速比制御系に外乱補償器がある場合は、変速比指令値と動特性補償出力と変速比-モータ角位置マップよりモータの脱調量を求めることで、モータ初期化の際に、このモータ脱調量に基づき最LOW側のハードウェア限界位置（以下、ストッパという。）まで戻す量を決定することで、この戻し量を従来に比べ極端に小さくして、停車から発進という動作が非常に短い時間で行われた場合であっても、燃費を大幅に改善することができ、しかも、運転者に対し違和感を与えない乗りこごちが非常に良好になる無段変速機用変速比制御装置の初期化装置を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明にあっては、エンジン側の主軸回転を伝達するプライマリ回転体と、該プライマリ回転体に機械的に接続され車輪側の副軸回転を伝達するセカンダリ回転体と、両回転体の減速比を連続的に可変できる変速比可変機構を有する無段変速機と、該プライマリ回転体の回転速度を検出するプライマリ回転速度検出手段と、該セカンダリ回転体の回転速度を検出するセカンダリ回転速度検出手段と、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、エンジンの回転速度を検出するエンジン回転速度検出手段と、該変速比可変機構を制御する変速比制御装置と、を有する無段変速機の変速比制御装置を、プライマリ回転速度信号とセカンダリ回転速度信号から変速比を演算する変速比演算部と、車速信号とエンジン回転速度信号及び変速比信号から目標変速比を演算する目標変速比演算部と、変速比信号から変速比点毎に変化する無段変速機の動特性に関する定数を推定し該推定定数を用いて目標とする動特性を得るための変速比制御定数を算出する変速比制御定数演算部と、目標変速比信号と変速比信号及び変速比制御定数から変速比指令値を演算する変速比指令値演算部と、変速比指令値を入力しブリー間隔移動量と変速比の定常的非線形性を補正してブリー間隔移動指令値を算出するブリー間隔移動指令値演算部と、このブリー間隔移動指令値に従い上記変速比可変機構の変速に関する部位を制御する変速比可変機構制御部と、を有して構成し、該変速比制御装置には、上記車速信号から車両の停止状態を判断する車両停止状態判断部と、変速比信号を入力し上記ブリー間隔移動指令値演算部の定常的非線形性を補正する方法により実ブリー間隔移動量を算出する実ブリー間隔移動量演算部と、該実ブリー間隔移動量とブリー間隔移動量指令値との偏差を求めることにより指令値と実移動量の脱調量を算出する脱調量算出部と、上記実ブリー間隔移動量と脱調量に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、変速可変機構部の初期化を行う変速可変機構部初期化手段と、該変速可変機構部初期化手段が初期化終了したとき上記ブリー間隔移動指令値を指令値を初期化するブリー

り間隔移動指令値初期化手段と、からなる初期化装置を付設し、該初期化装置の変速可変機構部初期化手段は、上記車両停止状態判断部の信号が停止状態を示しているときに上記ブリー間隔移動指令値と上記初期化移動量に従い変速可変機構部を一方方向のハードウェア限界位置まで作動させた後、他方向の基準位置まで戻して変速可変機構部の初期化を行うように構成されていることを特徴とするものである。

【0007】この発明において、上記初期化手段は、上記ブリー間隔移動指令値に従い上記変速比可変機構部を制御するときに、該ブリー間隔移動指令値と制御信号に時間的遅れがある場合、ブリー間隔移動指令値に代えて変速比可変機構部制御信号を用いて脱調量を算出するように構成することができる。

【0008】また、この発明にあっては、エンジン側の主軸回転を伝達するプライマリ回転体と、該プライマリ回転体に機械的に接続され車輪側の副軸回転を伝達するセカンダリ回転体と、両回転体の減速比を連続的に可変できる変速比可変機構を有する無段変速機と、該プライマリ回転体の回転速度を検出するプライマリ回転速度検出手段と、該セカンダリ回転体の回転速度を検出するセカンダリ回転速度検出手段と、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、エンジンの回転速度を検出するエンジン回転速度検出手段と、該変速比可変機構を制御する変速比制御装置と、を有する無段変速機の変速比制御装置を、プライマリ回転速度信号とセカンダリ回転速度信号から変速比を演算する変速比演算部と、車速信号とエンジン回転速度信号及び変速比信号から目標変速比を演算する目標変速比演算部と、変速比信号から変速比点毎に変化する無段変速機の動特性に関する定数を推定する無段変速機動特性推定部と、無段変速機動特性の変化を用いて所望の動特性を得るための変速比制御定数を算出する変速比制御定数演算部と、目標変速比信号と該変速比信号及び変速比制御定数から動特性補償出力を演算する動特性補償出力演算部と、無段変速機動特性定数に基づき外乱補償出力演算部とのローパスフィルタのカットオフ周波数を算出する外乱補償ローパスフィルタカットオフ周波数演算部と、外乱補償ローパスフィルタカットオフ周波数信号に基づきカットオフ周波数が設定されるローパスフィルタに変速比指令値を入力し第1の外乱補償出力を演算する第1の外乱補償出力演算部と、上記第1の外乱補償出力演算部のローパスフィルタと同様の特性を持つローパスフィルタに無段変速機動特性定数推定値を用いたローパスフィルタの逆系を掛け合せたフィルタを構成して変速比信号を入力することで第2の外乱補償出力を演算する第2の外乱補償出力演算部と、該第2の外乱補償出力から上記第1の外乱補償出力を差し引いて外乱補償出力を演算する外乱補償出力演算部と、動特性補償出力値から外乱補償出力を差し引いて変速比指令値を演算する変速比指令値演算部と、変速比指令値を入

力しブリー間隔移動量と変速比の定常的非線形性を補正してブリー間隔移動指令値を算出するブリー間隔移動指令値演算部と、該ブリー間隔移動指令値に従い上記変速比可変機構の変速に関する部位を制御する変速比可変機構制御部と、から変速比制御装置が構成されている場合、該変速比制御装置に、車速信号から車両の略停止を判断する車両停止状態判断部と、動特性補償出力を入力し上記ブリー間隔移動指令値演算部の定常的非線形性を補正する方法により動特性補償出力によるブリー間隔移動量を算出する動特性補償出力ブリー間隔移動量演算部と、上記ブリー間隔移動指令値と動特性補償出力ブリー間隔移動量との偏差を求めることにより脱調量を算出する脱調量算出部と、実ブリー間隔移動量と脱調量に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、上記車両停止状態判断部の信号が停止状態を示しているときに上記ブリー間隔移動指令値と初期化移動量に従い変速可変機構部を一方方向のハードウェア限界位置まで作動させた後他方向の基準位置まで戻し該変速可変機構部の初期化を行う変速比可変機構部初期化手段と、該変速可変機構部初期化手段が初期化を終了したときに上記ブリー間隔移動指令値を初期化するブリー間隔移動指令値初期化手段と、を具備する初期化装置を付設して構成することもできる。

【0009】この発明において、上記初期化装置は、目標変速比信号と変速比信号と脱調量信号を入力し上記目標変速比信号と変速比信号の偏差が所定値以内で、かつ、一定期間継続したとき脱調量を更新する脱調量更新手段と、実ブリー間隔移動量と更新脱調量に基づき初期化の際の移動量を算出する初期化移動量算出手段と、を具備させて構成することもできる。

【0010】また、この発明において、変速比を両ブリー間隔移動量に変換する手段は、数1と数2及び数3を用いて制御することもできる。

【0011】

【数1】

【0012】

【数2】

【0013】

【数3】

【0014】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に示す実施の形態例に基いてこの発明を詳細に説明する。

【0015】図1には、無段変速機の動力伝達機構が示されている。構成を説明すると、フルードカップリング12と、前後進切替機構15と、Vベルト式無段変速機構29及び差動装置56等を有しており、エンジン10の出力軸10aの回転を所定の変速比及び回転方向で出力軸66及び68に伝達することができる。

【0016】図2に無段変速機の油圧制御装置を示す。この油圧制御装置は、オイルポンプ101と、ライン圧

調圧弁102と、マニュアル弁104と、変速制御弁106と、変速比指令弁108と、ステップモータ110と、変速操作機構112と、スロットル弁114と、一定圧調圧弁116と、電磁弁118と、カップリング圧調圧弁120及びロックアップ制御弁122等が図示のように接続されており、また、前後進用クラッチ40と、後進用ブレーキ50と、フルードカップリング12と、ロックアップ油室12aと駆動ブリーシリンダ室20及び従動ブリーシリンダ室32が図示のように接続されている。

【0017】図3にステップモータ110及びソレノイド224の作動を制御するコントロールユニット300を示す。このコントロールユニット300は、入力インターフェース311と、基準パルス発生器312と、CPU（中央処理装置）313と、ROM（リードオンリメモリ）314と、RAM（ランダムアクセスメモリ）315及び出力インターフェース316と、を有しており、これらはアドレスバス319及びデータバス320によって連絡されている。

【0018】そして、このコントロールユニット300には、エンジン回転速度センサ301と、車速センサ302と、スロットル開度センサ303と、シフトポジションスイッチ304と、タービン回転速度センサ305と、エンジン冷却水温センサ306と、アイドルスイッチ307及び切替検出スイッチ298からの信号が、直接又は波形形成器308、309、322及びAD変換器310を通して入力され、一方、増幅器317及び線317a乃至線317dを通してステップモータ110へ信号が出力され、また、ソレノイド224へも信号が出力される。

【0019】図4にCPU313内の演算ブロックを示す。CPU313内の演算ブロックは、目標変速比演算部410と、変速比制御部420と、実変速比演算部430と、変速比制御定数演算部440と、変速比指令値演算部450と、変速比指令値変換部470と、ステップモータ角位置調整部480と、ソレノイド駆動デュティ比演算部490と、変速比制御装置の初期化装置500と、車両停止状態判断部510と、変速比-ステップモータ角位置変換部520と、脱調量算出部530と、初期化移動量算出部540及び初期化手段550と、から構成されている。

【0020】

【作用】次に、このように構成された無段変速機用変速比制御装置の作用について説明すると、上記コントロールユニット300は、エンジン回転速度センサ301、車速センサ302、スロットル開度センサ303、シフトポジションスイッチ304、タービン回転速度センサ305、エンジン冷却水温センサ306、アイドルスイッチ307及び切替検出スイッチ298の信号を入力し、ステップモータ110の角位置指令値 θ を算出す

る。そして、ステップモータ角位置調整部460では、角位置指令値 θ とステップモータ110の角位置 θ が一致するように、ステップモータを駆動するステップモータ制御信号 θ_s にステップモータ110の性能を考慮した速度制限等を施し出力する。このように、ステップモータ110の角位置 θ を制御することにより、変速比指令スプール182が変位し駆動側ブーリ16の駆動ブーリシリンダ室の油圧が増減圧し変速が行われる。また、コントロールユニット300は、ソレノイド224の駆動信号を制御する。

【0021】次に、CPU313における演算について説明すると、該CPU313の演算部は、大きく分けて、エンジン回転速度センサ301、車速センサ302、スロットル開度センサ303、シフトポジションスイッチ304、タービン回転速度センサ305、エンジン冷却水温センサ306、アイドルスイッチ307及び切替検出スイッチ298の信号から車両の走行状態を推定し目標変速比 i_{or} を演算する目標変速比演算部410と、車速センサ302とタービン回転速度センサ305の信号から実変速比 i_{sr} が設計者の希望する応答で目標変速比 i_{or} に追従するようステップモータ110の角位置指令値 θ を演算する変速比制御部と、から構成されている。尚、目標変速比演算部410及び変速比制御部の詳細な説明はここでは省略するが、目標変速比演算部は、例えば、特開昭59-217047号に示すものが適用でき、また、変速比制御部は、例えば、特願平7-86991号に示すものを適用することができる。

【0022】ステップモータの初期化動作について詳細に説明する。定期的にCPU313は実変速比 i_{sr} を入力し、後述する変速比-ステップモータ角位置変換マップより実ステップモータ角位置を推定 θ する。目標変速比 i_{or} と実変速比 i_{sr} の差が一定値以内を所定期間継続した場合、ステップモータ角位置推定値 θ とステップモ

$$r_i = \frac{D_s}{2 \tan(\beta)} + r_{io}$$

r_i : 駆動側ブーリの半径

r_{io} : 駆動側ブーリの最小半径

D_s : 変速比指令スプール182のストローク量 (ステップモータの角位置)

(変速比指令スプール182のストローク量=ブーリ間隔の移動量)

β : 駆動側ブーリのシープ角

【0027】

* ータ制御信号 θ_s から脱調量 θ_n を演算する。車両停止判断時、ステップモータ指令値 θ と脱調量 θ_n に基づき、初期位置にステップモータを移動させる。または、ステップモータ角位置推定値 θ に応じ、ストッパまでの戻し量 θ_n を下式「数4」から算出する。

【0023】

【数4】

$$\theta_n = \theta_s + \theta_o + \theta_m$$

10

$$\theta_o = C_o \times \theta_s$$

$$\therefore \theta_o \leq \theta_{min} \rightarrow \theta_o = \theta_{min}$$

【0024】そして、LOW側ハードウェア限界位置まで θ_n だけ戻した後、反対方向のステップモータ初期位置に移動させる。このように制御することで、従来の初期化装置と比較して、LOW側ハードウェア限界位置に戻す量を適正に行うことができ、モータ初期化時間を大幅に短縮することができる。尚、モータ初期化終了後、変速比指令値やステップモータ指令値等の変数の初期化を行う。

20

【0025】変速比-ステップモータ角位置変換マップは、次のように作成する。ステップモータ110の角位置(変速比指令スプール182のストローク量)は、ブーリのシープ角等のため正比例関係にはない。変速比指令スプール182のストローク量と変速比指令スプール182を駆動するステップモータ110の角位置 θ との関係は、最HIGH位置または最LOW位置からストッパまで変速に影響を与えない空走距離 D_{sn} と、数5乃至数7を用いて図5に示すようになる。勿論、変速比-ステップモータ角位置変換マップは、実験データから作成することもできる。

【0026】

【数5】

【数6】

$$r_o = \frac{2r_i - \pi D_c + \sqrt{\{(2r_i - \pi D_c)^2 - 4(r_i^2 + \pi D_c r_i + D_c(2D_c - L_s))\}}}{2}$$

r_i : 駆動側プーリの半径

r_o : 従動側プーリの半径

D_c : 駆動側プーリと従動側プーリとの距離

L_s : ベルトの長さ

【0028】

【数7】

$$i_p = r_o / r_i$$

r_i : 駆動側プーリの半径

$r_{i,0}$: 駆動側プーリの最小半径

【0029】本変速機構のステップモータ移動量は、200ステップであり、ステップモータの駆動速度は200ppsであり、また、ストッパーから初期位置までは20ステップであり、従来方法では初期化に1.1秒必要としていた。

【0030】しかしながら、本初期化装置を用いてステップモータの脱調量の推定性を確認したシミュレーション結果が示されている図6によると、5秒時点での真の脱調量は16ステップであり、推定脱調量は12である。 $C_0 = 0.2$ 、 $\theta_{min} = 20$ 、7秒後に車両が停車したとすると、初期化でストッパー位置まで戻す量は、「 $66 + 12 + 20 = 98$ 」となるため、本初期化装置を用いた場合の初期化時間は0.59秒であり、従来方法に対し、0.51秒短縮することができる。

【0031】次に、図7に示すような変速比制御系が動特性補償器と外乱補償器とから構成されている場合について説明する。

【0032】動特性補償出力 i_{pA} と、外乱補償出力 i_{pD} を合成した変速比指令値 i_p と、変速比—ステップモータ角位置変換マップから、動特性補償出力 i_{pA} をステップモータ角位置に変換した動特性補償出力ステップモータ指令値 θ_A と変速比指令値 i_p を変換したステップモータ指令値 θ を算出する。

【0033】前記した形態例と同様、目標変速比 i_{pT} と実変速比 i_{pR} の差が一定値以内を所定期間継続した場合、ステップモータ角位置推定値 θ とステップモータ制御信号 θ_s から脱調量 θ_n を演算する。車両停止判断時、ステップモータ指令値 θ と脱調量 θ_n に基づき、初期位置にステップモータを移動させる。または、ステップモータ角位置推定値 θ に応じストッパーまでの戻し量 θ_s を下式「数8」から算出する。

【0034】

【数8】

$$\theta_n = \theta_s + \theta_D + \theta_H$$

$$\theta_D = C_D \times \theta_s$$

$$\therefore \theta_D \leq \theta_{min} \rightarrow \theta_D = \theta_{min}$$

【0035】そして、LOW側ハードウェア限界位置まで θ_s だけ戻した後、反対方向のステップモータ初期位置に移動させる。また、モータ初期化終了後、動特性補償出力、外乱補償出力、変速比指令値、ステップモータ指令値等の変数について初期化を行う。

【0036】図8に本発明を用いてステップモータの脱調量の推定性を確認したシミュレーション結果を示す。これによると、5秒時点での真の脱調量は16ステップであり、推定脱調量は16である。前記形態例に比べ、本形態例では、より正確に脱調量を推定できるので戻し量を算出するための補正係数は小さく設定することができ、 $C_0 = 0.05$ 、 $\theta_{min} = 5$ とする。7秒後に車両が停止したとすると、初期化でストッパー位置まで戻す量は、「 $66 + 16 + 5 = 87$ 」となる。従って、本形態例を用いた場合の初期化時間は0.535秒であり、前記従来方法に対し半分の時間（0.565秒短縮）で初期化することができる。尚、図9は本初期化装置のフローチャートである。

【0037】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明によれば、目標変速比と実変速比の偏差が一定値以内を所定期間継続した時、実変速比から算出した実ステップモータ推定角位置とステップモータ制御信号から脱調量を算出し、または、動特性補償出力及び変速比指令値から脱調量を算出するように構成されているので、車両停止時に、この脱調量とステップモータ制御信号からストッパー位置まで少ない移動指令値でかつ確実に戻すことができる。変速比制御装置の初期化を非常に短時間で行うことができる。これにより、走行から停止を経て発進が短い時間で行われたとしても、実変速比が目標変速比に追従しない、ということがなくなり、燃費が大幅に改善され、また、違和感のない運転を提供することができる、という優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された無段変速機の動力伝達機構の構成を示す説明図である。

【図2】同無段変速機の油圧制御装置の構成説明図である。

【図3】同無段変速機のステップモータ及びソレノイドの作動を制御するコントロールユニットの構成を示すブロック図である。

【図4】同無段変速機のCPU内の演算ブロック図である。

【図5】同無段変速機における変速比をステップモータ角位置に変換するマップの一例を示すグラフである。

【図6】同無段変速機における脱調量とステップモータ角位置および変速比のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図7】変速比制御系に外乱補償器がある無段変速機に本発明を適用した一形態例の構成を示すブロック図である。

【図8】同形態例に係る無段変速機における脱調量とステップモータ角位置および変速比のシミュレーション結果を示すグラフである。

10

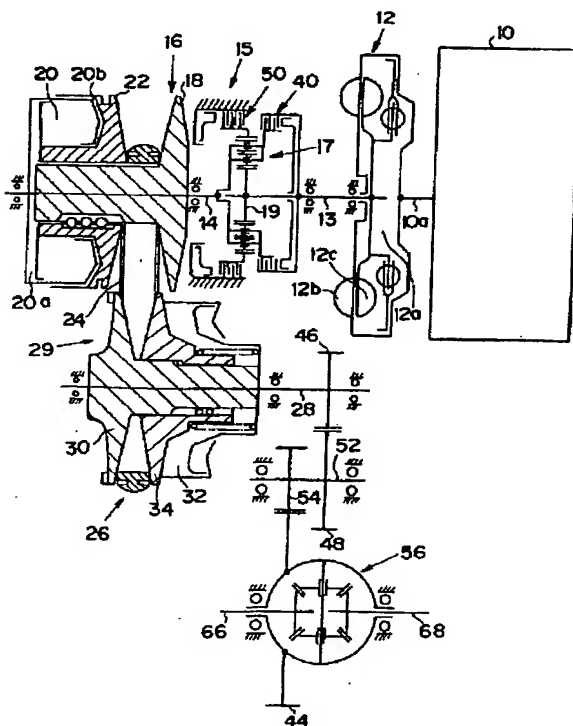
*

*【図9】同形態例に係る無段変速機用変速比制御装置のフローチャートである。

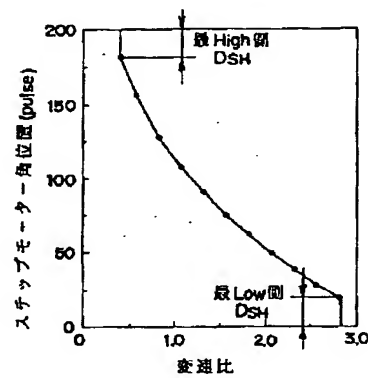
【符号の説明】

- 300 コントロールユニット
- 301 エンジン回転速度センサ
- 302 車速センサ
- 313 CPU
- 410 目標変速比演算部
- 420 変速比制御部
- 430 実変速比演算部
- 440 変速比制御定数演算部
- 450 変速比指令値演算部
- 470 変速比指令値変換部
- 480 ステップモータ角位置調整部
- 490 ソレノイド駆動デューティ比演算部
- 500 初期化装置
- 510 車両停止状態判断部
- 520 変速比-ステップモータ角位置変換部
- 530 脱調量算出部
- 540 初期化移動量算出部
- 550 初期化手段

【図1】

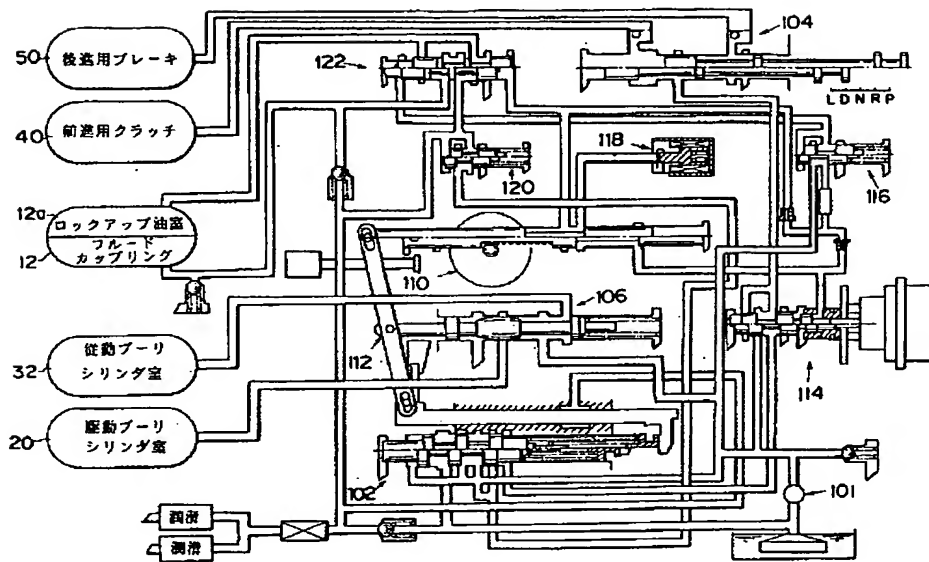


【図5】

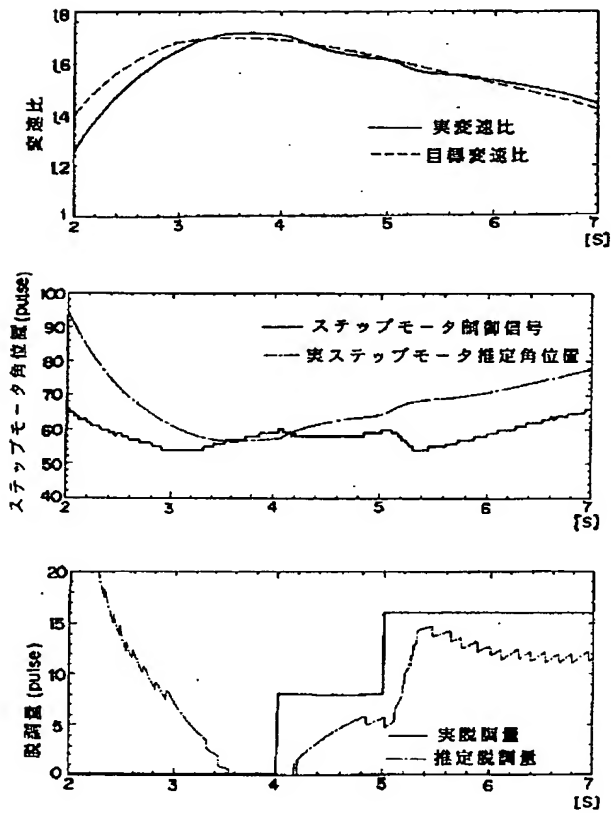


変速比-ステップモータ角位置変換マップ

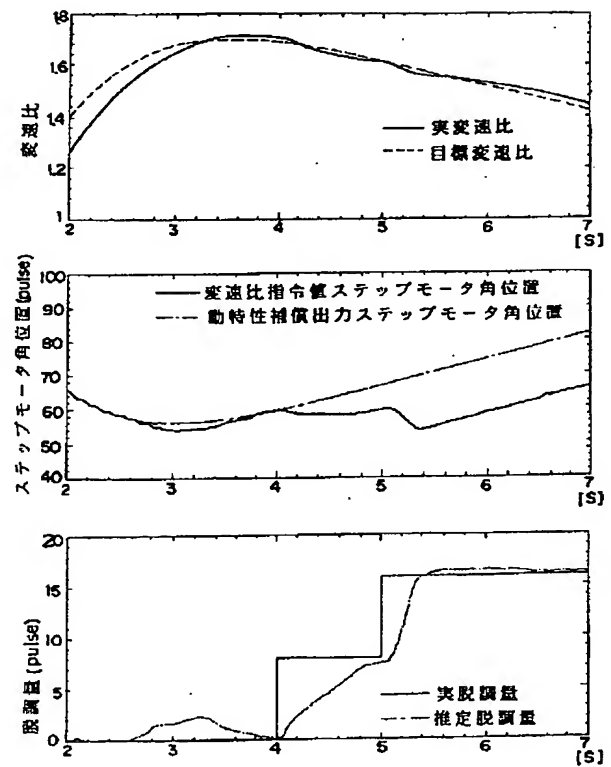
【図2】



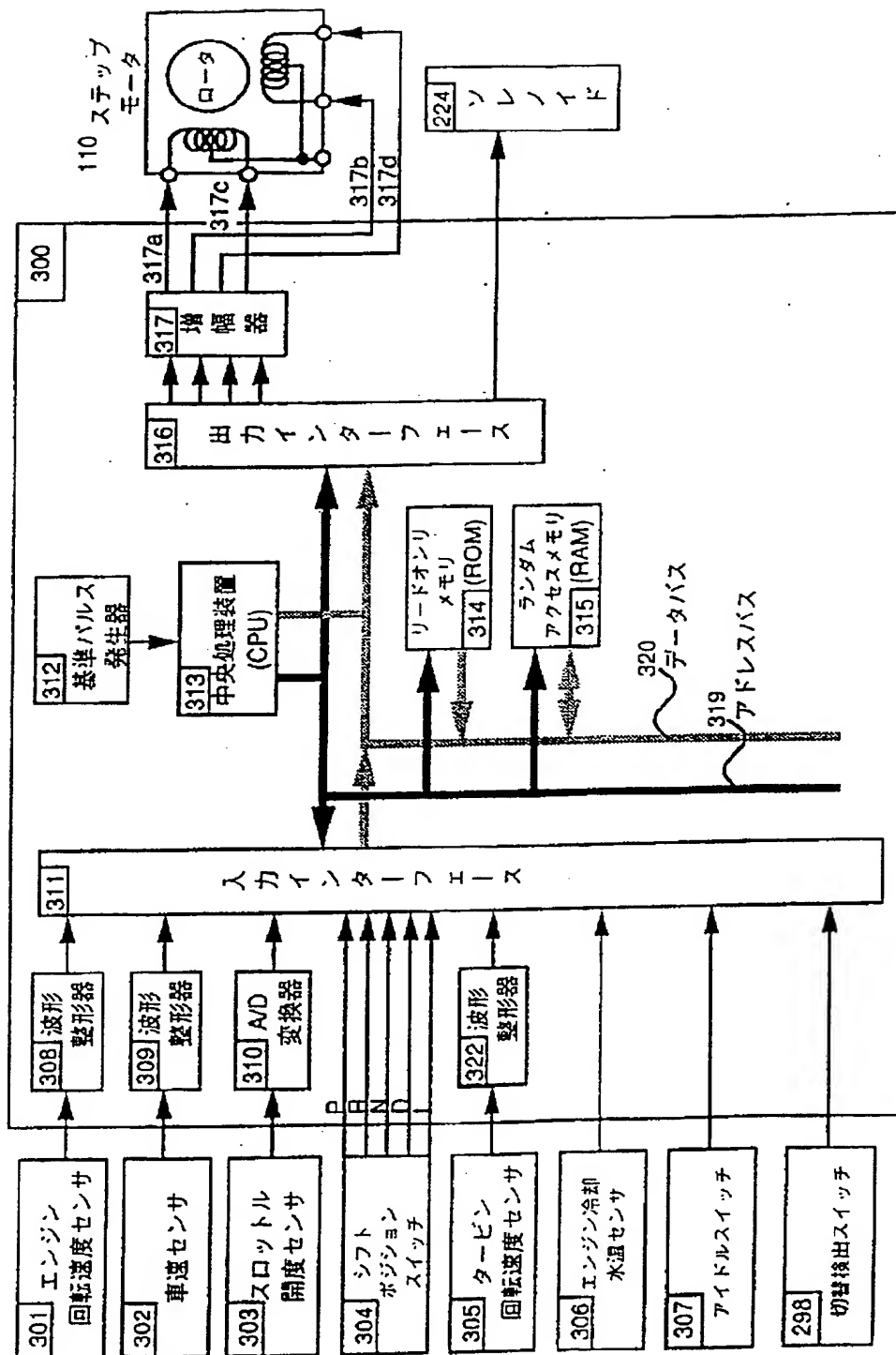
【図6】



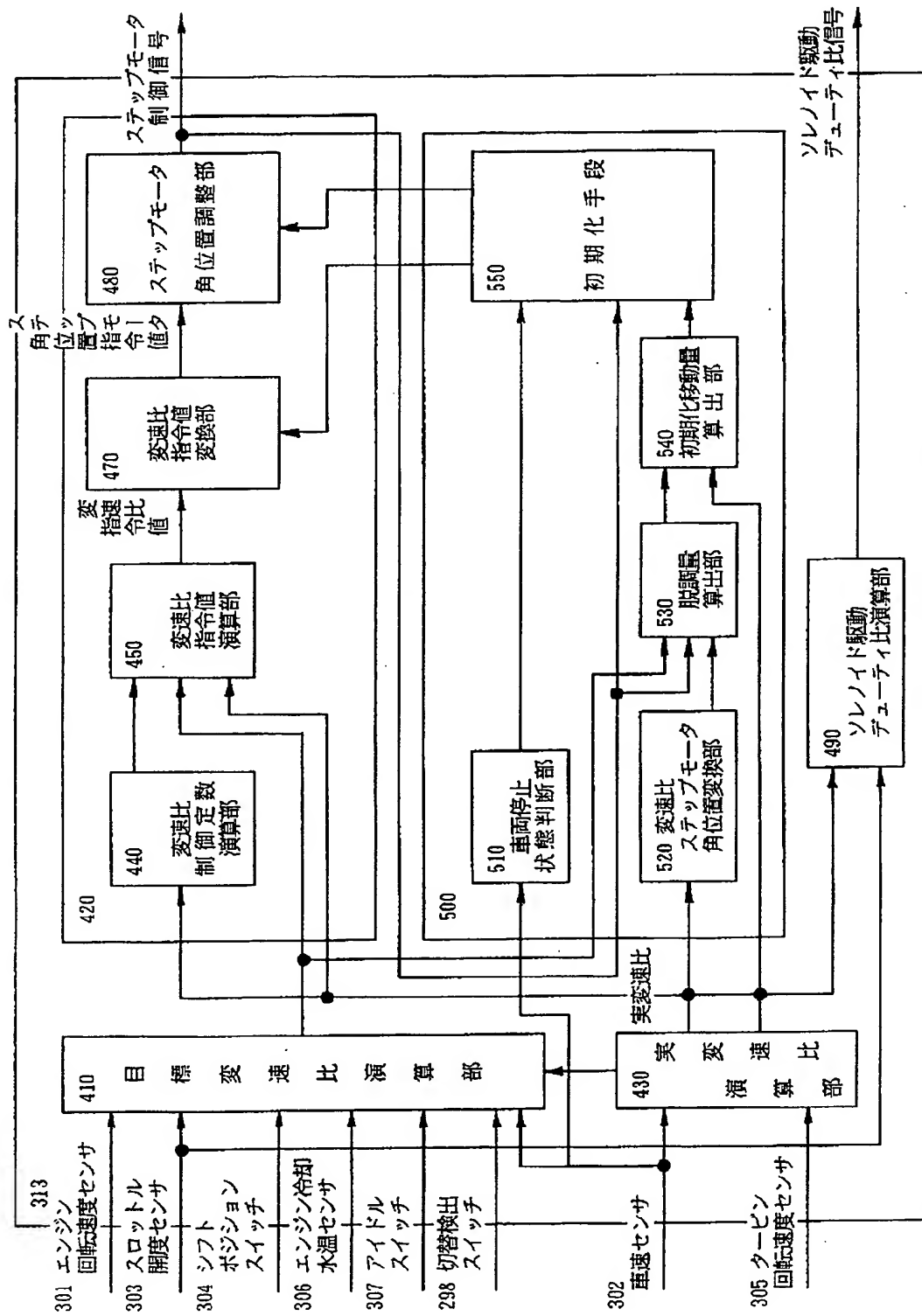
【図8】



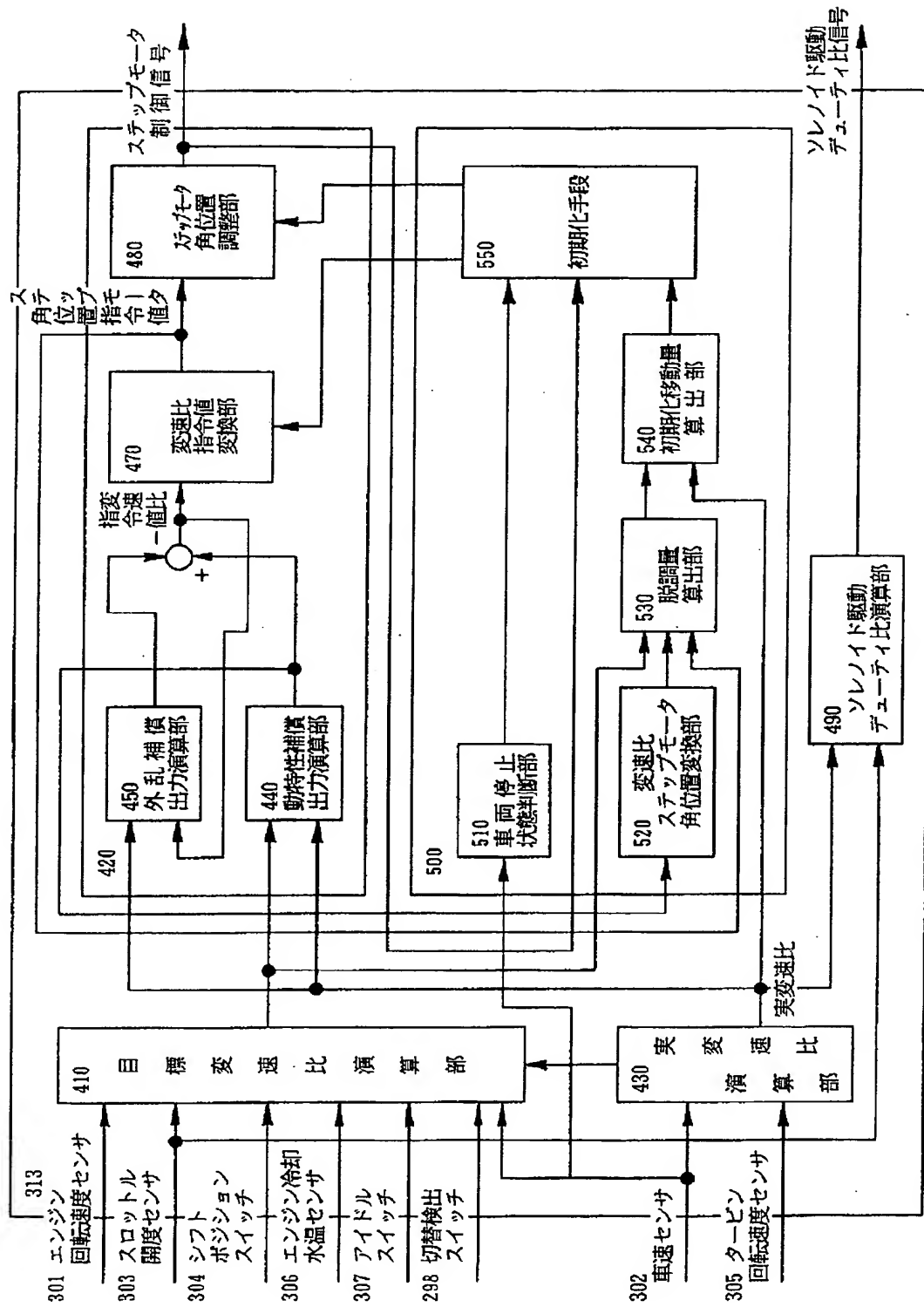
【図3】



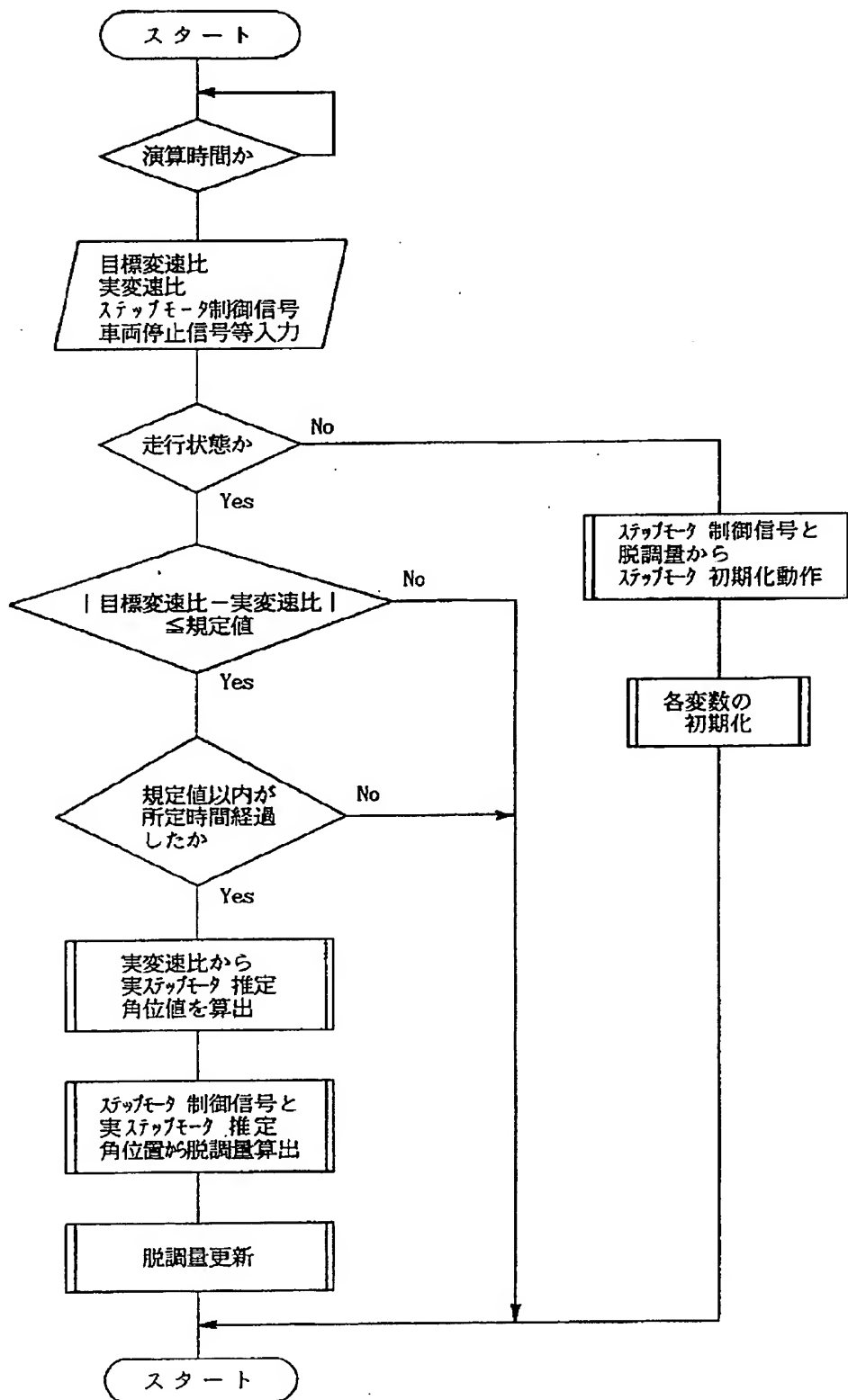
【図4】



【図7】



【図9】



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-82701

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

FI

F 1 6 H 61/02

F 1 6 H 61/02

// F 1 6 H 59:70

63: 06

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平9-234604

(22)出願日 平成9年(1997)8月29日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 芦沢 裕之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 安達 和孝

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

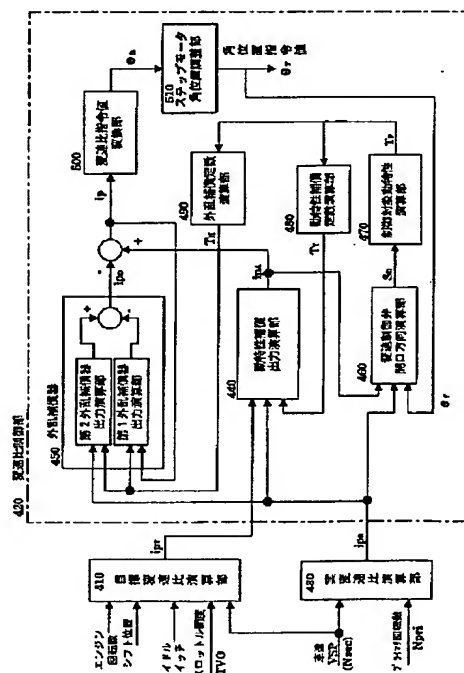
(74)代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

(54) 【発明の名称】 無段変速機の変速比制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ステップモータの脱調等の外乱を補償しながら、変速制御弁の推定開口量と実際の開口量のずれを抑制して正確な変速比制御を行う。

【解決手段】 車両の運転状態に応じて無段変速機の目標変速比を設定する目標変速比演算部410と、実際の変速比を検出する実変速比演算部430と、無段変速機に加わる外乱を補償して所定の動特性となるよう目標変速比に基づいて変速比指令値を演算する外乱補償手段と、実変速比が変速比指令値に一致するようにステップモータを駆動するステップモータ角位置調整部510とを備え、開口方向演算部460では外乱補償後の変速比指令値と外乱補償前の変速比指令値から変速制御弁の開口量を推定演算し、制御対象動特性演算部470で、この開口量の推定値に基づいて動特性を決定する時定数を変更する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アクチュエータに駆動される変速制御弁からの油圧に基づいて変速比が無段階に可変制御される無段変速機と、

車両の運転状態または運転者からの指令に応じて前記無段変速機の目標変速比を設定する目標変速比設定手段と、

実際の変速比を検出する実変速比検出手段と、

無段変速機に加わる外乱を補償して所定の動特性となるよう前記目標変速比に基づいて変速比指令値を演算する外乱補償手段と、

実変速比が変速比指令値に一致するように前記アクチュエータ駆動する駆動手段とを備えた無段変速機の変速比制御装置において、

前記外乱補償手段は、外乱補償後の変速比指令値と外乱補償前の変速比指令値から変速制御弁の開口量を推定演算し、この開口量の推定値に基づいて動特性を決定する時定数を変更することを特徴とする無段変速機の変速比制御装置。

【請求項 2】 前記外乱補償手段は、外乱補償後の変速比指令値にローパスフィルタ処理を行った後に変速制御弁の開口量を推定演算することを特徴とする請求項 1 に記載の無段変速機の変速比制御装置。

【請求項 3】 前記外乱補償手段は、変速制御弁の開口方向を推定するとともに、この開口方向に応じて前記時定数を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の無段変速機の変速比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無段変速機の変速比制御装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 車両に搭載される無段変速機の変速比制御装置としては、Vベルト式のものが従来から知られており、例えば、本願出願人が提案した特願平 8-15442 号等がある。

【0003】 これは、目標変速比の指令値に応動するステップモータを介して駆動される変速指令弁と、変速リンクを介してステップモータに駆動される制御弁によって、プライマリプーリの軸方向変位、すなわち、変速比を油圧制御するもので、変速制御弁の開口量及び開口方向と、演算した実変速比に基づいて予め設定されたマップから制御対象（変速機構部）の動特性（変速応答）を演算する制御対象動特性演算部と、制御対象動特性演算部にて演算された制御対象時定数から、設計者が希望する応答を得るための制御定数を決定して制御を行なう動特性補償部と、制御対象の特性変化や外乱の影響を除去する外乱補償部から構成されている。

【0004】 また、実変速比から算出したプライマリプーリ変位と、ステップモータ角位置指令値から算出した

変速指令弁のスプール変位と、外乱補償出力（変速比指令値への補正量）から算出した変速機構部に生じている外乱（ステップモータの脱調等）に基づく変速指令弁のスプール変位から、変速制御弁の開口量及び開口方向を算出することで、無段変速機の経年変化や製造時のバラツキ等の影響を抑制して、変速制御弁の状態に関わらず常時予め設定した変速比応答を維持することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の変速比制御装置では、コントローラからの変速比指令値と変速指令弁のスプール変位の関係、すなわち、ステップモータと変速リンクに連結された変速制御弁の開口量の関係は、図 12 に示すよう非線形性を有しているのに対し、上記変速指令弁スプール変位の演算は、非線形性を考慮せずに、外乱補償出力から外乱による変速指令弁のスプール変位を算出しているため、正確な変速指令弁スプール変位を推定演算することができない。このため、図 13 に示すように、変速制御弁の推定開口量と実際の開口量にずれが生じ、制御対象の動特性と制御対象時定数演算部において算出される動特性が一致なくなって、モデル化誤差が生じることになり、このモデル化誤差が外乱補償部で修正できる範囲を超えてしまうと、希望した応答が得られず変速比のふらつき等が生じて、運転者に違和感を与える場合があった。

【0006】 そこで本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、ステップモータの脱調等の外乱を補償しながら、変速制御弁の推定開口量と実際の開口量のずれを抑制して正確な変速比制御を行うことを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 第 1 の発明は、アクチュエータに駆動される変速制御弁からの油圧に基づいて変速比が無段階に可変制御される無段変速機と、車両の運転状態または運転者からの指令に応じて前記無段変速機の目標変速比を設定する目標変速比設定手段と、実際の変速比を検出する実変速比検出手段と、無段変速機に加わる外乱を補償して所定の動特性となるよう前記目標変速比に基づいて変速比指令値を演算する外乱補償手段と、実変速比が変速比指令値に一致するように前記アクチュエータ駆動する駆動手段とを備えた無段変速機の変速比制御装置において、前記外乱補償手段は、外乱補償後の変速比指令値と外乱補償前の変速比指令値から変速制御弁の開口量を推定演算し、この開口量の推定値に基づいて動特性を決定する時定数を変更する。

【0008】 また、第 2 の発明は、前記第 1 の発明において、前記外乱補償手段は、外乱補償後の変速比指令値にローパスフィルタ処理を行った後に変速制御弁の開口量を推定演算する。

【0009】 また、第 3 の発明は、前記第 1 の発明において、前記外乱補償手段は、変速制御弁の開口方向を推定するとともに、この開口方向に応じて前記時定数を変

更する。

【0010】

【発明の効果】したがって、第1の発明は、外乱補償後の変速比指令値と、外乱補償前の変速比指令値から変速制御弁の開口量を推定演算することで、例えば、変速制御弁とアクチュエータをリンクによって連結して、アクチュエータの駆動量と変速比の関係が非線形となる場合、推定演算した変速制御弁の開口量と実際の開口量の偏差を縮小することが可能となつて、前記従来例のように制御対象の動特性と制御対象時定数が一致しなくなるのを防いで、制御対象のモデル化誤差を低減することにより、アクチュエータの駆動量のずれ(脱調)やリンクのガタ等に起因する変速比のふらつきを防止して予め設定した変速比応答を得ることができ、運転者に与える違和感を抑制して無段変速機を備えた車両の運転性を向上させることが可能となる。

【0011】また、第2の発明は、外乱補償後の変速比指令値にローパスフィルタ処理を施すことで、制御に必要なノイズを除去して変速制御弁の開口量の推定演算を高精度で行うことができ、制御対象のモデル化誤差をさらに低減できる。

【0012】また、第3の発明は、変速制御弁の開口方向に応じて動特性を決定する時定数の変更を行って、変速方向に応じた動特性で変速制御を行うことができ、制御対象のモデル化誤差をさらに低減できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基つて説明する。

【0014】図1～図8に本発明の一実施形態を示し、図1はVベルト式無段変速機の変速比制御装置の概略構成図を示し、図2は油圧コントロールバルブ3の概略構成図を、図3はCVTコントロールユニット1で行われる制御の概念図をそれぞれ示す。

【0015】図1において、無段変速機17はロックアップクラッチ11を備えたトルクコンバータ12を介して図示しないエンジンに連結されており、一対の可変ブリーとして入力軸側のプライマリブリー16と、駆動軸(出力軸)に連結されたセカンダリブリー26を備え、これら一対の可変ブリー16、26はVベルト24によって連結されている。

【0016】プライマリブリー16は、トルクコンバータ12の出力軸と一体となって回転する固定円錐板18と、固定円錐板18と対向配置されてV字状のブリー溝を形成するとともに、プライマリブリーシリンダ室20へ作用する油圧(プライマリブリー油圧)によって軸方向へ変位可能な可動円錐板22から構成される。

【0017】一方、セカンダリブリー26は出力軸側に設けられており、この出力軸と一体となって回転する固定円錐板30と、この固定円錐板30と対向配置されてV字状のブリー溝を形成するとともに、セカンダリブリー

リシリンダ室32へ作用する油圧(セカンダリ油圧)に応じて軸方向へ変位可能な可動円錐板34から構成される。なお、プライマリブリーシリンダ室20は、セカンダリブリーシリンダ室32よりも大きな受圧面積を有している。

【0018】エンジンから入力された駆動トルクは、トルクコンバータ12を介して無段変速機17へ入力され、プライマリブリー16からVベルト24を介してセカンダリブリー26へ伝達される。

10 【0019】上記のような動力伝達の際に、プライマリブリー16の可動円錐板22及びセカンダリブリー26の可動円錐板34を軸方向へ変位させて、Vベルト24との接触半径を変更することにより、プライマリブリー16とセカンダリブリー26との変速比、すなわち変速比 i_p を連続的に変更することができる。

20 【0020】例えば、プライマリブリー16のV字状ブリー溝の幅を拡大すれば、セカンダリブリー26とVベルト24の接触半径は大きくなるので、変速比はL側へ大きくなる一方、可動円錐板22及び34をこの逆方向へ変位させれば変速比はH側に変化して小さな値に設定される。

【0021】そして、無段変速機17の変速比及びVベルト24の接触摩擦力は油圧コントロールバルブ3によって制御され、油圧コントロールバルブ3には、図2に示すように、CVTコントロールユニット1からの目標変速比に応じて変速指令弁68のスプール68aを、ラックアンドピニオン65、66を介して駆動するステップモータ64と、一端に変速指令弁68のスプール68aを連結する一方、他端でプライマリブリー16の可動円錐板22の軸方向変位をフィードバックするフィードバック部材71と連結した変速リンク67を揺動自由に支持し、この変速リンク67の途中にプライマリブリー16のシリンダ室20への油圧を制御する変速制御弁63等が収装されている。なお、フィードバック部材71の他端には、ライン圧を調整するライン圧制御弁60が連結される。

【0022】上記油圧コントロールバルブ3の構成は、本願出願人が提案した特開昭61-105353号と同様のものである。

40 【0023】CVTコントロールユニット1は、無段変速機17のプライマリブリー16の回転数 N_{pri} (入力軸回転数)を検出するプライマリブリー回転数センサ6、セカンダリブリー26の回転数 N_{sec} (出力軸回転数)を検出するセカンダリブリー回転数センサ7からの信号と、インヒビタースイッチ8からのシフト位置と、運転者が操作するアクセルペダルの踏み込み量に応じたスロットル開度センサ5からのスロットル開度 TVO (又は、アクセルペダルの開度)を読み込むとともに、図示しないエンジンの回転数 N_e 、図示しないアイドルスイッチや切換検出スイッチなどの運転状態を示す信号

を読み込んで、車両の運転状態ないし運転者の要求に応じて、変速比 i_p を可変制御している。なお、本実施形態では、セカンダリ回転数 N_{sec} を車速 VSP として読み込む。

【0024】このような、プライマリプーリ16とセカンダリプーリ26のV字状プーリ溝の幅を変化させる変速比制御は、プライマリプーリシリンダ室20への油圧制御によって行われ、図2に示すように、油圧コントロールバルブ3の変速制御弁63を駆動するステップモータ64を制御することで行われる。

【0025】ステップモータ64は、変速リンク67を介してCVTコントロールユニット1からの指令に応じて変速制御弁63を駆動し、プライマリプーリ16のシリンダ室20に供給される油圧を調整することで実変速比 i_{pr} を目標変速比 i_{pt} に一致させるよう制御する。

【0026】油圧コントロールバルブ3を構成する変速制御弁63、ステップモータ64及び変速リンク67を主体とするフィードバック手段は前記従来例と同様に構成されており、上記したように、ステップモータ64はピニオン66を介して変速指令弁68のスプール68aに形成したラック65と歯合しており、このラック65は所定のレバー比 i_l の変速リンク67の一端に連結される。そして、この変速リンク67の途中には変速制御弁63のスプール63aが連結されて、ランド63bの変位に応じてプライマリポート63Pがタンクポート63Tまたはライン圧ポート63Lに接続されるとともに、変速リンク67の他端には可動円錐板22の軸方向の変位に応動するフィードバック部材71が連結される。

【0027】このフィードバック部材71は、一端を可動円錐板22の外周22aと軸方向で係合するとともに、所定の位置にはライン圧制御弁60のスプール60aが連結され、ステップモータ64の変位と、実際の変速比となる可動円錐板22の変位に応じて変速制御弁63及びライン圧制御弁60を駆動する。

【0028】変速制御弁63は、ステップモータ64の駆動量（回転位置＝角位置 θ ）に応じて、プライマリプーリ16のシリンダ室20への供給油圧を制御し、ラック65の図中左方向への変位によって、図2のプライマリポート63Pとライン圧ポート63Lを連通してプライマリプーリ16のシリンダ室20への供給油圧を増大し、Hi側への変速を行う一方、同じく右方向への変位によってプライマリポート63Pをタンクポート63Tに連通することでシリンダ室20の油圧を低減してLo側へ変速を行う。なお、セカンダリプーリ26のシリンダ室32には変速制御弁36のポート63Sを介して常時ライン圧が供給される。

【0029】次に、CVTコントロールユニット1で行われる変速比制御の一例について、図3の制御概念図を参照しながら説明する。

【0030】まず、目標変速比演算部410は、車速 VSP ＝セカンダリ回転数 N_{sec} 、エンジン回転数 N_e 、スロットル開度 TVO 、シフト位置及び図示しないアイドルスイッチからの信号より、車両の走行状態を推定して目標変速比 i_{pt} を演算する。この目標変速比 i_{pt} の演算は、スロットル開度 TVO をパラメータとして車速 VSP に応じた目標変速比 i_{pt} （または目標プライマリプーリ回転数 tN_{pri} ）を設定したマップなどから演算される。

10 【0031】実変速比演算部430は、プライマリ回転数 N_{pri} とセカンダリ回転数 N_{sec} （＝車速 VSP ）から次式に基づいて実変速比 i_{pr} を演算する。

$$【0032】i_{pr} = N_{pri} / N_{sec} \dots\dots\dots (1)$$

変速制御弁開口方向演算部460は、上記実変速比演算部430からの実変速比 i_{pr} と、後述する動特性補償出力演算部440の動特性補償出力 i_{pa} 、ステップモータ角位置司令部510からの角位置指令値 θ_r より、変速制御弁63の開口方向 S_d と開口量 X_{sr} を演算する。

20 【0033】この開口方向 S_d は、図2に示したように、プライマリポート63Pをライン圧ポート63L及びタンクポート63Tのどちらと連通させるかを決定するものである。

【0034】次に、変速比制御部420では、上記目標変速比 i_{pt} 、実変速比 i_{pr} 、開口方向 S_d 、開口量 X_{sr} に基づいて、実変速比 i_{pr} が予め設定した応答で目標変速比 i_{pt} に追従するよう、ステップモータ64の角位置指令値 θ_r を演算する。

30 【0035】この変速比制御部420では、制御対象である無段変速機17の変速機構の動特性 $G_p(s) =$ 変速応答を、次の(2)式に示すように、一次遅れと無駄時間で表すことができる。

【0036】

【数1】

$$G_p(s) = \frac{kp(i_{pr})}{Tp(i_{pr}, X_{sr})s + 1} \exp(-Ls) \dots\dots\dots (2)$$

40 【0037】ただし、
 $K_p(i_{pr})$ ；無段変速機のゲイン＝ステップモータ角位置に対する変速比は正比例しないため、これを補正する。

【0038】 $T_p(i_{pr}, X_{sr})$ ；無段変速機の時定数で制御対象時定数演算部470の出力

L ；無段変速機の無駄時間

s ；微分演算子

X_{sr} ；変速制御弁63の開口量＝スプール変位である。

50 【0039】上記制御対象の時定数 T_p は、制御対象動特性演算部470において、後述するように、予め実験などにより求めた図7に示すような制御対象時定数マップを用いて、開口量 X_{sr} と開口方向 S_d 及び変速方向

から演算する。なお、このマップは、各変速比のアップシフト側、ダウンシフト側についてそれぞれ時定数 T_r を設定している。

【0040】動特性補償出力演算部440及び動特性補償定数演算部480は、制御対象時定数 T_r に基づいて、予め設定した動特性 $G_r(s)$ で実変速比 i_{p_a} が追従するよう、動特性補償出力演算部440を構成するフィードフォワード部(図示せず)の出力 $i_{p_{af}}$ を次式によって演算する。

【0041】

【数2】

$$i_{p_{af}} = \frac{T_{rs}s+1}{T_r s+1} i_{p_r}(t) \quad \dots\dots\dots (3)$$

【0042】ただし、 T_{rs} ；動特性補償出力演算部440を構成するフィードバック部(図示せず)の目標とする応答の時定数。

【0043】 T_r ；動特性補償定数演算部480の出力である。

【0044】上記フィードフォワード部出力 $i_{p_{af}}$ と実変速比 i_{p_a} より出力 i_{p_a} の演算を次式により行う。

【0045】

$$i_{p_a} = C_1 i_{p_{af}} + C_2 i_{p_r} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし、

$$C_1 = T_r / T_{rs} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$C_2 = (T_r / T_{rs}) - 1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

である。

【0046】次に、外乱補償定数演算部490は、制御対象動特性演算部470で求めた制御対象時定数 T_r より、外乱補償器450のローパスフィルタの時定数 T_n (カットオフ周波数)を決定する。

【0047】まず、変速比制御系の安定性を確保するため、例えば、ゲイン余裕12[dB]以上、位相余裕45度以上になるよう時定数 T_n を算出する。

【0048】外乱補償器450は、本願出願人が特願平7-98712号として提案したものと同様であり、上記(2)式の動特性をモデルとして、この基準モデルが前記従来例に示したような寸法公差などによる量産時のばらつき(パラメータの変動)や、外乱による乱れを除去するように予め設計しておく。そして、上記実変速比 i_{p_a} 、制御対象時定数推定値 T_r 、ローパスフィルタ時定数 T_n と、後述する変速比指令値 i_p から、次の

(7)式に基づいて外乱補償器出力 i_{p_o} を算出する。

【0049】

【数3】

*

$$r_1 = \frac{\pi Dc(1+i_{p_a}) + \sqrt{\{\pi Dc(1+i_{p_a})^2 - 8(i_{p_a}-1)^2 Dc(2Dc-L_a)\}}}{2(i_{p_a}-1)^2} \quad \dots\dots\dots (10)$$

【0058】より求められる。

【0059】ただし、各定数は、図4(A)、(B)に示すように、

Dc ：プライマリブリーとセカンダリブリーの距離

L_a ：Vベルトの長さ

である。

【0060】次に、変速リンク67のステップモータ64側の変位量を示す変速指令弁68のスプール68aの

$$i_{p_o}(t) = \frac{T_n s+1}{T_r s+1} i_{p_a}(t) - \frac{1}{T_n s+1} e^{-t/T_n} \quad \dots\dots\dots (7)$$

【0050】そして、変速比指令値 i_p は、上記動特性補償器出力 i_{p_a} と外乱補償器出力 i_{p_o} より、次式より算出する。

【0051】

$$i_p = i_{p_a} - i_{p_o} \quad \dots\dots\dots (8)$$

上記(8)式から算出される変速比指令値 i_p を用いることにより、各部品寸法公差によるパラメータの変動や外乱の影響を受けることなく、設計値に応じた変速比応答を得ることができる。

【0052】次に、変速比指令値変換部500は、変速比指令値 i_p からステップモータ64の角位置指令値 θ_s (ステップ数)に変換する。このステップモータ角位置指令値 θ_s は、変速指令弁68のスプール68aのストローク量に相当する。

【0053】そして、ステップモータ角位置調整部510は、ステップモータ角位置指令値 θ_s とステップモータ64の実際の角位置 θ を一致させるため、ステップモータ64の応答特性に応じて速度(パルスレート)の最大値を規制したものを角位置指令値 θ_r として出力する。

【0054】ここで、上記変速制御弁開口方向演算部460で行われる変速制御弁63の開口量 X_{sT} 及び開口方向 S_d の演算は、後述する変速指令弁68のスプール変位 X_{sc} 、プライマリブリー16の軸方向変位(可動円錐板22の軸方向変位) X_{pr} に基づいて、次のように演算する。

【0055】まず、プライマリブリー16の軸方向変位 X_{pr} を次式により求める。なお、軸方向変位 X_{pr} の演算は、次式に基づいて演算を行うか、次式に基づいて予め設定した図6に示すマップから、実変速比 i_{p_a} に基づいて演算を行う。

【0056】

$$X_{pr} = (r_1 - r_{1o}) 2 \tan(\beta) \quad \dots\dots\dots (9)$$

ただし、各変数及び定数は、図4(A)、(B)に示すように、

r_1 ：プライマリブリー16のベルト巻き付き半径

r_{1o} ：プライマリブリーの最小半径

β ：ブリー溝の角度

であり、プライマリブリー16のベルト巻き付き半径 r は、

【0057】

【数4】

変位量 X_{sc} は、ステップモータ角位置調整部510から出力される角位置指令値 θ_r と実際の角位置 θ が一致している場合は、次式により算出することができる。

$$【0061】 X_{sc} = \theta_r \times D_s \quad \dots\dots (11)$$

ただし、 D_s ；ステップモータ64の1ステップ当たりの変速指令弁スプール68aの変位量である。

【0062】変速リンク67の機構の組み立て精度のばらつきや機械的なガタ、及びステップモータ制御をフィードフォワード制御方式とした場合において、ステップモータ64は角位置指令値 θ_r と実際の角位置 θ との間にずれが生じる可能性がある（以下、これらのずれを脱調とする）。

【0063】この場合、脱調によって生じる変速指令弁68のスプール変位分、すなわち、ステップモータ64側の変速リンク67の変位を考慮し、変速指令弁スプール68aの変位 X_{sc} を算出しなければならない。

【0064】脱調による変速指令弁スプール変位 X_{err} は、定常的に生じる外乱と考えることができるため、外乱補償出力の定常値をスプール変位に変換した値と等しい。

【0065】したがって、脱調による変速指令弁38のスプール38aの変位 X_{err} は、外乱を補償する前の変速比指令値（動特性補償出力演算部440） i_{pA} をスプール39aの変位に変換した値 X_{scA} と、外乱を補償した後の変速比指令値 i_p をスプール変位に変換した値 X_{sc} （ステップモータ角位置 θ_r から上記（10）式に基づいて算出した値）の偏差にローパスフィルタを施すことにより正確に算出することができる。

【0066】まず、外乱補償前の変速比指令値 i_{pA} をスプール38aの変位に変換した値 X_{scA} は、 $X_{scA} = f(i_{pA}) \quad \dots\dots (12)$

ただし、 $f(i_{pA})$ ；変速比を変速指令弁38のスプール変位＝ステップモータ角位置 θ に変換するマップまたは関数で、図5に示すマップなどで構成される。

【0067】次に、脱調による変速指令弁38のスプール38aの変位 X_{err} は、

【0068】

【数5】

$$X_{err} = \frac{1}{T_1 s + 1} (X_{scA} - X_{sc}) \quad \dots\dots (13)$$

* 40

$$T_p = (1 - C_s) T_{ps} + C_s \cdot T_{p_{\dots}} \quad \dots\dots (17)$$

ただし、 T_{ps} ；一定開口量以下の時定数で、極端に応答の遅い値となる。

【0080】こうして、外乱補償後の変速比指令値 i_p と、外乱補償前の変速比指令値（動特性補償出力演算部440の出力） i_{pA} を、非線形性を考慮して変速指令弁スプール変位 X_{scA} に変換し、その偏差にローパスフィルタを施すことによりステップモータ64の脱調による変速指令弁38のスプール38aの変位 X_{err} を算出する。そして、この変位 X_{err} に基づいてステップモータ

* 【0069】より求められる。

【0070】ただし、 T_1 ；予め設定したローパスフィルタ時定数である。

【0071】また、脱調分を考慮した変速指令弁スプール変位 X_{sc} は、次式によって算出する。

$$【0072】 X_{sc} = X_{sc} + X_{err} \quad \dots\dots (14)$$

変速制御弁36のスプール36aの変位 X_{sr} は、上記プライマリブリー変位 X_{pr} 及び上記変速指令弁スプール変位 X_{sc} から、次の（15）式より求めることができる。

【0073】

$$X_{sr} = (X_{sc} - X_{pr}) / i_L \quad \dots\dots (15)$$

ただし、 i_L ；リンクレバー比で、変速リンク67の基端（フィードバック部材71と連結した側の端部）から変速制御弁スプール36aまでの距離と、変速指令弁スプール38aまでの距離の比である。

【0074】開口方向 S_d は、変速制御弁36のスプール63aの変位 X_{sr} より、以下に示す条件に基づいて判定する。

20 【0075】 $X_{sr} \geq 0$ であれば開口方向 S_d は減圧方向（ダウンシフト）

$X_{sr} < 0$ であれば開口方向 S_d は増圧方向（アップシフト）である。

【0076】そして、開口方向 S_d 、及び実変速比 i_p から、予めパラメータ同定実験などに基づいて作成した図7に示す時定数マップを用いて時定数 T_p を求める。

30 【0077】アップシフト側の時定数 T_p は、図7の変速比－時定数マップから算出される時定数 $T_{p_{\dots}}$ をそのまま用いればよい。

【0078】

$$X_{sr} < 0 \rightarrow T_p = T_{p_{\dots}} \quad \dots\dots (16)$$

一方、ダウンシフト側の時定数 T_p は、変速制御弁スプール変位 X_{sr} に基づいて、予め設定した図8のマップを用いて求めた係数 C_s と、実変速比 i_p から、図7のマップより求めた時定数 $T_{p_{\dots}}$ より次式に基づいて算出する。

【0079】

タ64の脱調を加味した変速指令弁38のスプール変位 X_{sc} を求めて、実変速比 i_p から算出したプライマリブリー変位 X_{pr} から変速制御弁36の開口量 X_{sr} 及び開口方向 S_d を推定演算し、これら開口量 X_{sr} 、開口方向 S_d 、実変速比 i_p から制御対象である無段変速機17の時定数 T_p を決定する。

【0081】この時定数 T_p により、図9に示すように、推定演算した変速制御弁36の開口量 X_{sr} と実際の開口量の偏差を縮小することが可能となっており、前記従来

例のように制御対象の動特性と制御対象時定数が一致しなくなるのを防いで、制御対象のモデル化誤差を低減することにより、ステップモータ64の脱調や変速リンク67などのガタ等に起因する変速比のふらつきを防止して予め設定した変速比応答を得ることができ、運転者に与える違和感を抑制して無段変速機を備えた車両の運転性を向上させることが可能となる。

【0082】次に、マイクロコンピュータを主体とするCVTコントロールユニット1によって上記変速比制御を行う場合について、図10、図11のフローチャートを参照しながら説明する。

【0083】まず、ステップS1で所定時間経過した後、ステップS2へ進んで、無段変速機17からプライマリ回転数 N_{pri} とセカンダリ回転数 N_{sec} (=車速VSP)と、運転者の操作に応じたスロットル開度TVOやインヒビタースイッチ8からのシフト位置等を読み込む。

【0084】ステップS3では、上記目標変速比演算部410と同様にして、スロットル開度TVOをパラメータとして車速VSPに応じた目標変速比 i_{p_r} を予め設定したマップなどから算出する。

【0085】次に、ステップS4では、前記実変速比演算部430と同様に、セカンダリ回転数 N_{sec} (車速VSP)とプライマリ回転数 N_{pri} から実変速比 i_{p_a} を演算する。

【0086】ステップS5～S9は、上記変速制御弁開口方向演算部460で行われる処理と同様であり、ステップS5では上記(12)式より、外乱補償前の変速比指令値 i_{p_a} の前回値($K-1$)をスプール38aの変位に変換した値 X_{sca} を演算し、ステップS6では、上記(11)式より外乱補償後の出力である変速比指令値 i_p の前回値($K-1$)に基づいて算出する。

【0087】そして、ステップS7では、上記ステップS5、6で求めた外乱補償前後の変速指令弁38のスプール38aの変位の偏差に、ローパスフィルタ処理を施したものを、脱調を加味したスプール38aの変位 X_{scc} として上記(13)、(14)式より演算する。なお、このスプール変位 X_{scc} が、ステップモータ64側の変速リンク67の変位に相当する。

【0088】そして、ステップS8では、上記(9)式より、プライマリスプール16の溝幅に対応する可動円錐板2の軸方向変位 X_{p_r} を実変速比 i_{p_a} に基づいて演算してから、上記(15)式によって変速制御弁36のスプール36aの開口量 X_{s_r} を演算し、ステップS9では、この開口量 X_{s_r} に基づいて、開口方向Sdの判定を行う。

【0089】そして、ステップS10では、上記制御対象動特性演算部470と同様に、実変速比 i_{p_a} と開口方向Sd(変速方向)より、アップシフト時には図7のマップから制御対象時定数 T_p を求める一方、ダウンシ

フト時には上記(17)式と同様に、変速制御弁36のスプール変位 X_{s_r} に基づいて、図8のマップから係数Csを求めた後に制御対象時定数 T_p を演算する。

【0090】次に、ステップS11では、上記動特性補償出力演算部440と同様に、実変速比 i_{p_a} 、目標変速比 i_{p_r} 、制御対象時定数 T_p から動特性補償出力 i_{p_a} を演算する。

【0091】ステップS12では、上記外乱補償定数演算部490と同様にして、ステップS10で求めた制御対象時定数 T_p に基づいて、外乱補償器450のローパスフィルタの時定数 T_n を求め、ステップS13において、外乱補償器出力 i_{p_o} を算出する。

【0092】さらに、ステップS14では、この外乱補償器出力 i_{p_o} と上記動特性補償出力 i_{p_a} より、上記(8)式に基づいて変速比指令値 i_p を演算する。

【0093】そして、ステップS15では、上記変速比指令値変換部500と同じく、予め設定したマップ等から、変速比指令値 i_p からステップモータ角位置 θ_s に変換した後、ステップS16において、ステップモータ64の応答特性に応じて速度の最大値を規制したものをステップモータ角位置指令値 θ_r として出力する。

【0094】こうして、上記ステップS1～S16を所定時間毎などに繰り返して実行することで、上記と同様に、推定演算した変速制御弁36の開口量 X_{s_r} と実際の開口量の偏差を縮小することが可能となっており、前記従来例のような制御対象のモデル化誤差を低減して変速比のふらつきを防止することができ、外乱を抑制しながら予め設定した変速比応答を得ることができ、運転者に与える違和感を抑制して無段変速機を備えた車両の運転性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す無段変速機の概略構成図。

【図2】同じく油圧コントロールバルブの概略図。

【図3】同じくCVTコントロールユニットの制御概念図。

【図4】Vベルト式無段変速機の概略図で、(A)はプライマリブリーとセカンダリブリーの間係を、(B)は固定円錐板と可動円錐板の間係を示す。

【図5】変速比とステップモータ角位置の間係を示すマップ。

【図6】変速比とプライマリブリーの軸方向変位の間係を示すマップ。

【図7】変速比と制御対象時定数 T_p の間係を示すマップ。

【図8】変速制御弁スプール開口量と係数Csの間係を示すマップ。

【図9】作用を示すグラフで、目標変速比、変速制御弁スプール開口量と時間の間係を示す。

【図10】CVTコントロールユニットで行われる変速

比制御の一例を示すフローチャートの前半部。

【図11】同じくフローチャートの後半部。

【図12】変速比指令値と変速指令弁スプール変位の関係を示すグラフ。

【図13】従来例を示し、目標変速比、変速制御弁スプール開口量と時間の関係を示す。

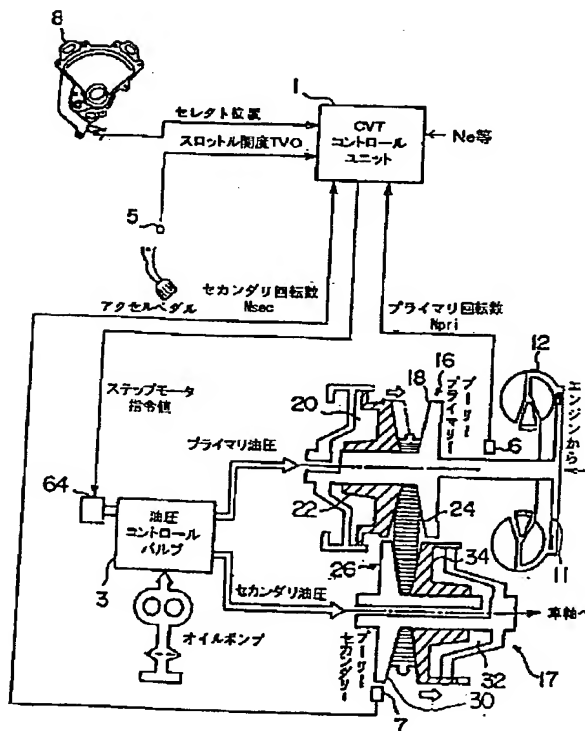
【符号の説明】

- 1 CVTコントロールユニット
- 6 プライマリ回転数センサ
- 7 セカンダリ回転数センサ
- 16 プライマリプーリ
- 17 無段変速機
- 18 固定円錐板
- 20 プライマリプーリシリンダ室
- 22 可動円錐板
- 24 Vベルト
- 26 セカンダリプーリ
- 30 固定円錐板
- 32 セカンダリプーリシリンダ室
- 34 可動円錐板
- 60 ライン圧制御弁
- 63 変速制御弁

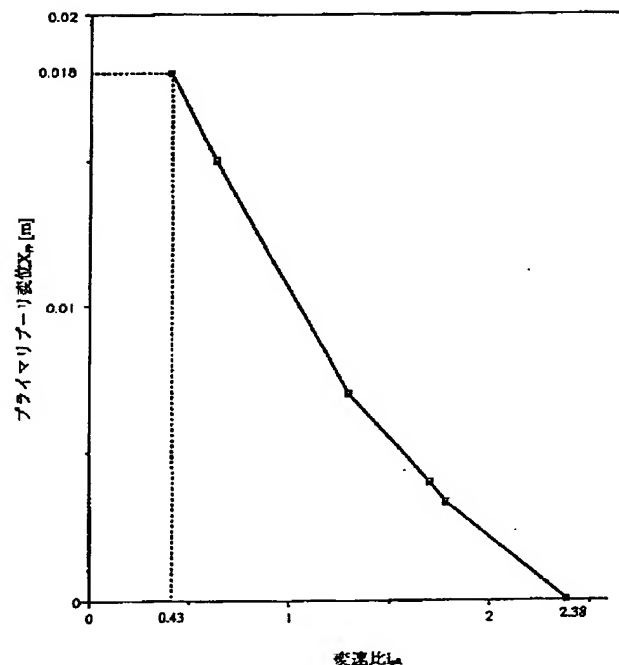
- * 63 a スプール
- 63 b ランド
- 63 T タンクポート
- 63 P プライマリポート
- 63 L ライン圧ポート
- 63 S セカンダリポート
- 64 ステップモータ
- 65 ラック
- 67 変速リンク
- 10 68 変速指令弁
- 68 a スプール
- 70 ライン圧制御弁
- 71 フィードバック部材
- 410 目標変速比演算部
- 430 実変速比演算部
- 440 動特性補償出力演算部
- 450 外乱補償器
- 460 変速制御弁開口方向演算部
- 470 制御対象動特性演算部
- 20 480 動特性補償定数演算部
- 490 外乱補償定数演算部

*

【図1】

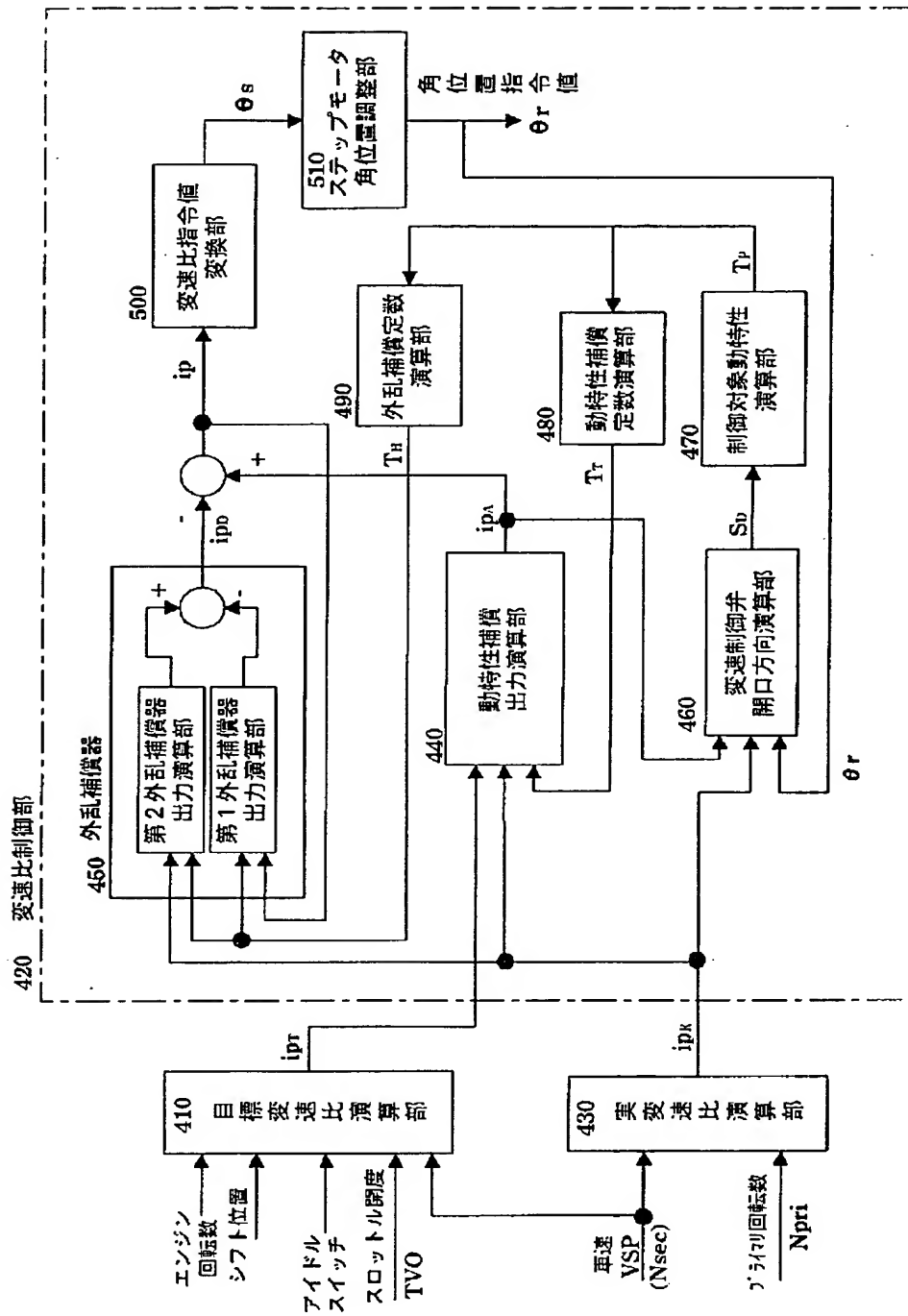


【図6】

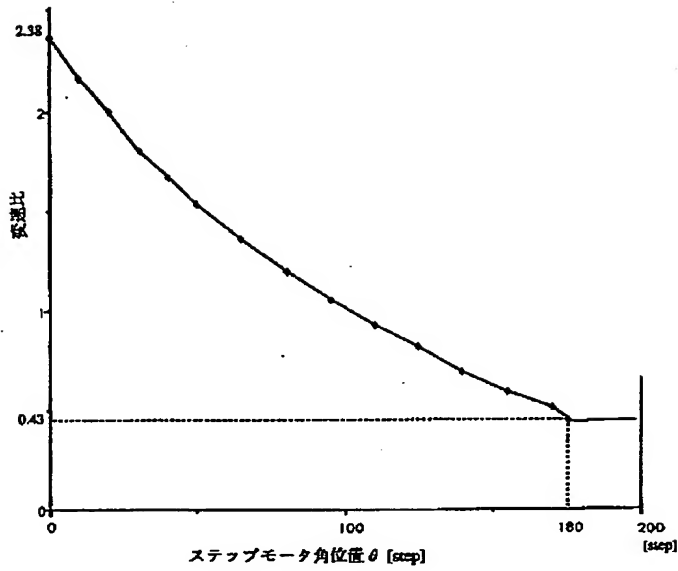




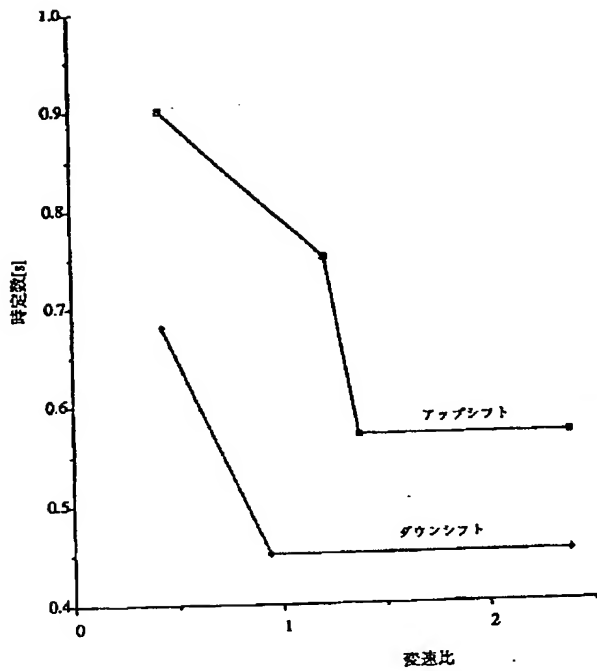
【図3】



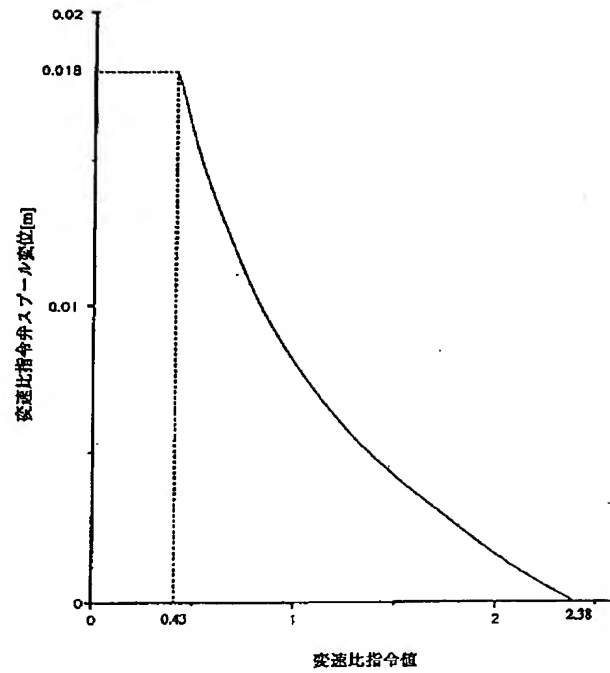
【図5】



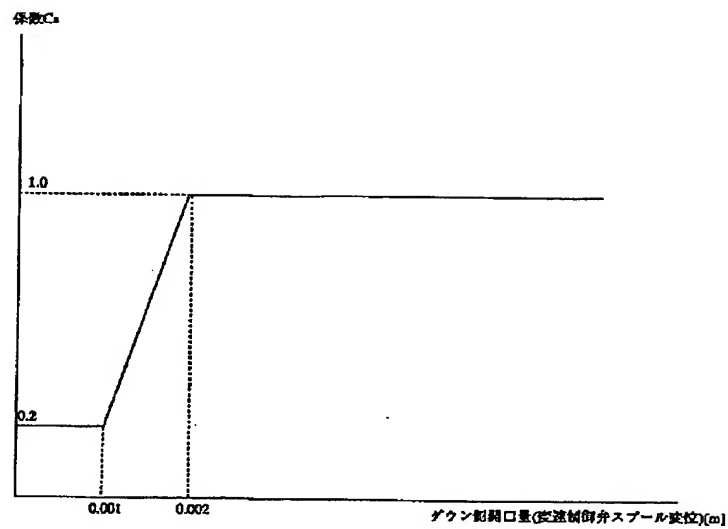
【図7】



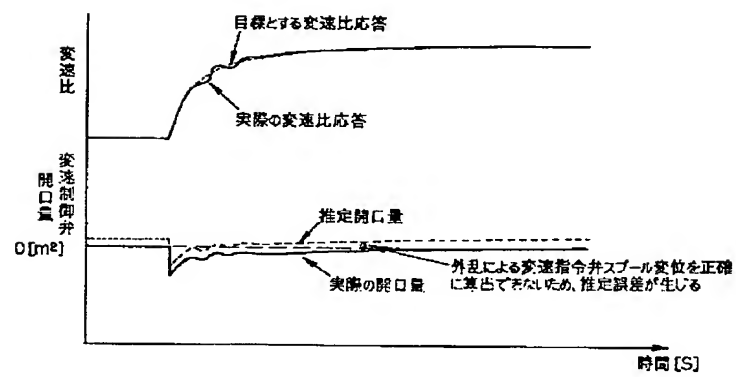
【図12】



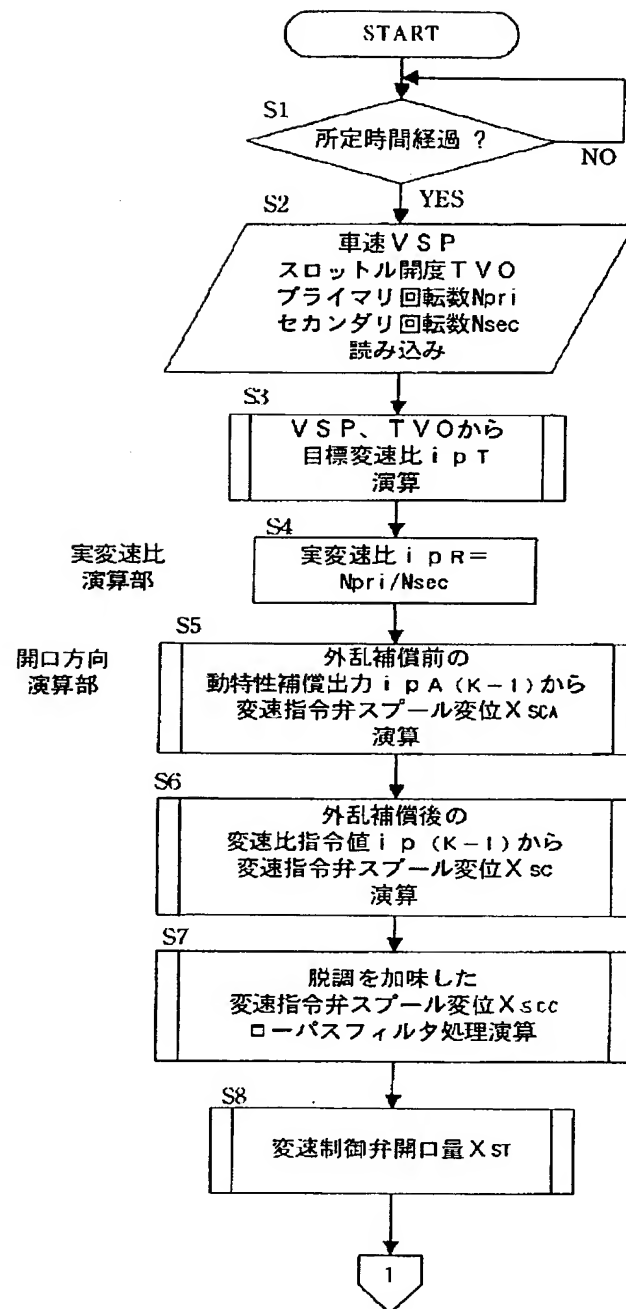
【図8】



【図13】



【図10】



【図11】

